

REC'D 23 JAN 2004

WIPO PCT



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 102 51 949.8

Anmeldetag: 08. November 2002

Anmelder/Inhaber: ROBERT BOSCH GMBH, Stuttgart/DE

Bezeichnung: Fahrdynamikregelung mit Bildsensorsystem

IPC: G 05 D, B 60 T, B 62 D

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 3. Dezember 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

20.06.03 Fr/Kei

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

Fahrdynamikregelung mit Bildsensorsystem

Stand der Technik

15

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Fahrdynamikregelung in einem Kraftfahrzeug mit wenigstens einem Bildsensorsystem, bestehend aus wenigstens zwei Bildsensoren, die im wesentlichen dieselbe Szene aufnehmen.

20

Vorrichtungen und Verfahren zur Fahrdynamikregelung in einem Kraftfahrzeug sind bekannt. Beispielsweise ist in Zanten, Erhardt, Pfaff: „VDC, The Vehicle Dynamics Control System of Bosch“, Konferenz-Einzelbericht, Vortrag: International Congress and Exposition, 27.2. - 2.3.1995, Detroit, Michigan, SAE-Paper 950759, 1995 eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Fahrdynamikregelung in einem Kraftfahrzeug beschrieben. Die Fahrdynamikregelung ist ein System, um das Kraftfahrzeug stabil und in der Spur zu halten. Dies wird durch gezieltes Bremsen einzelner Räder des Kraftfahrzeuges erreicht. Dazu wird mittels Sensoren der Fahrerwunsch, also das Sollverhalten des Kraftfahrzeuges, und das Fahrzeugverhalten, also das Istverhalten des Kraftfahrzeuges, ermittelt. In einer Verarbeitungseinheit/Steuereinheit wird der Unterschied zwischen dem Sollverhalten und dem Istverhalten als Regelabweichung ermittelt und die einzelnen Aktoren, beispielsweise die Radbremsen, mit dem Ziel der Minimierung der Regelabweichung gesteuert. Als Sensoren werden insbesondere Giergeschwindigkeitssensoren, Querbeschleunigungssensoren, Lenkradwinkelsensoren, Vordrucksensoren und Drehzahlsensoren verwendet. Hinweise auf die Verwendung wenigstens eines Bildsensorsystems bestehend aus wenigstens zwei Bildsensoren, die im wesentlichen dieselbe Szene aufnehmen, fehlen hier.

30

35 Vorteile der Erfindung

Das nachfolgend beschriebene Verfahren und die Vorrichtung zur Fahrdynamikregelung in einem Kraftfahrzeug mit wenigstens einem Bildsensorsystem, wobei wenigstens zwei Bildsensoren vorgesehen sind, die im wesentlichen dieselbe Szene aufnehmen, haben den Vorteil, dass Bildsensorsysteme in Kraftfahrzeugen für den Einsatz in weitere Funktionen vorgesehen sind. Besonders vorteilhaft sind Stereokameras. Bildsensorsysteme und Stereokameras können beispielsweise als Bestandteil einer automatischen Geschwindigkeitsregelung und/oder Abstandsregelung, beispielsweise im System des Adaptive Cruise Control (ACC), in einem Kraftfahrzeug eingesetzt werden. Die Verwendung desselben Bildsensorsystems für mehrere Funktionen führt zu einer Reduzierung der Kosten für solche Systeme, weil die Kosten pro Funktion gesenkt werden. Besonders vorteilhaft ist der Anschluss des Bildsensorsystems und/oder der Stereokamera an eine Sensorplattform, bei der verschiedene Sensoren an einem Datenbus angeschlossen sind und von verschiedenen Steuergeräten synergetisch genutzt werden. Dies führt zu einer weiteren Senkung der Kosten pro Funktion. Damit wird eine weite Verbreitung der beschriebenen Funktionen in Kraftfahrzeugen ermöglicht. Speziell eine weite Verbreitung der Fahrdynamikregelung in Kraftfahrzeugen, die sich im Verkehrsraum befinden, führt insgesamt zu einer Erhöhung der Verkehrssicherheit.

Vorteilhaft ist die Bestimmung wenigstens eines Messwertes aus den erzeugten Bildinformationen, wobei der Messwert zur Fahrdynamikregelung verwendet wird. Durch die Bestimmung des wenigstens einen Messwertes, wird eine einfache Anbindung des Bildsensorsystems an die Fahrdynamikregelung ermöglicht, da ein definierter Messwert für die Fahrdynamikregelung zur Verfügung steht. Dies ermöglicht eine einfache Adaptation eines Bildsensorsystems an die Fahrdynamikregelung, da die spezifischen Eigenschaften des Bildsensorsystems, wie räumliche Auflösung und/oder Grauwertauflösung und/oder Farbauflösung und/oder Abtastfrequenz, nicht in die Fahrdynamikregelung eingehen.

In vorteilhafter Weise führt die Bestimmung wenigstens eines ortsfesten Bildpunktes und die anschließende Ermittlung der Bildkoordinaten des Bildpunktes in wenigstens zwei Bildern einer Bildsequenz zu einer schnellen und fehlertoleranten Bestimmung wenigstens eines Messwertes zur Fahrdynamikregelung aus den erzeugten Bildinformationen des Bildsensorsystems.

Vorteilhaft ist die Bestimmung wenigstens eines Rotationsvektors des Kraftfahrzeuges und/oder wenigstens eines Bewegungsvektors des Kraftfahrzeuges aus den erzeugten Bildinformationen. Neben der Bestimmung der Giergeschwindigkeit und/oder des Gierwinkels und/oder der

Querbeschleunigung ist die alternative oder zusätzliche Bestimmung von weiteren Bewegungsvektoren in den drei Hauptachsen des Kraftfahrzeuges und/oder von weiteren Rotationsvektoren um dieselben besonders vorteilhaft. Die Bestimmung der Wankbeschleunigung und/oder der Wankgeschwindigkeit und/oder des Winkelwinkels ermöglicht in vorteilhafter Weise die Erkennung und Vermeidung eines seitlichen Überrollens des Kraftfahrzeuges. Durch geeignete Steuerung von Aktoren, beispielsweise von einzelnen Radbremsen im Rahmen der Fahrdynamikregelung, kann damit ein seitlicher Überschlag des Kraftfahrzeuges verhindert werden. Bei Kraftfahrzeugen mit hohem Schwerpunkt, beispielsweise Kleintransportern, führt diese Funktion in vorteilhafter Weise zu einer Erhöhung der Verkehrssicherheit. Durch die Bestimmung der Nickbeschleunigung und/oder der Nickgeschwindigkeit und/oder des Nickwinkels werden Gefahren erkannt, die aus einer zu starken Nickbewegung des Kraftfahrzeugs entstehen. Im Rahmen der Fahrdynamikregelung wird beispielsweise ein Kippen des Kraftfahrzeuges über die Hinterachse durch geeignete Steuerung von Aktoren, beispielsweise von einzelnen Radbremsen, verhindert. Bei Fahrzeugen mit kurzen Radständen, beispielsweise zweisitzigen Kraftfahrzeuge für den Stadtverkehr, führt diese Funktion zu einer Erhöhung der Verkehrssicherheit. Vorteilhaft ist die Bestimmung von allen drei Bewegungsvektoren in den drei Hauptachsen des Kraftfahrzeuges und von den zugehörigen Rotationsvektoren um dieselben. Dies ermöglicht die dreidimensionale Erkennung der Fahrzeugbewegung. Während herkömmliche Fahrdynamikregelungen die Giergeschwindigkeit und die Querbeschleunigung zur Modellierung der Fahrzeugbewegung verwenden, ermöglicht das nachfolgend beschriebene Verfahren, die Vorrichtung und die Verarbeitungseinheit/Steuereinheit die dreidimensionale Modellierung der Fahrzeugbewegung. Diese zusätzlichen Informationen führen zu einer vorteilhaften Verbesserung der Fahrdynamikregelung, da die dreidimensionale Fahrzeugbewegung zuverlässig und vollständig erfasst wird.

Die Bestimmung der Giergeschwindigkeit und/oder des Gierwinkels und/oder der Querbeschleunigung des Kraftfahrzeuges aus den erzeugten Bildinformationen ermöglicht die Verwendung des Bildsensorsystems als Giergeschwindigkeitssensor und/oder als Querbeschleunigungssensor zur Fahrdynamikregelung. Dies führt in vorteilhafter Weise zu einer Kostenverminderung, weil das Bildsensorsystem alternativ oder gleichzeitig die Funktion des Giergeschwindigkeitssensors oder des Querbeschleunigungssensors übernimmt. Durch die vielfältige Verwendung des Bildsensorsystems für mehrere Funktionen werden die Kosten pro Funktion in vorteilhafter Weise gesenkt. Das Bildsensorsystem ermöglicht eine zuverlässige

und schnelle Bestimmung der Giergeschwindigkeit und/oder des Gierwinkels und/oder der Querbeschleunigung des Kraftfahrzeuges.

In vorteilhafter Weise ermöglicht die Verwendung von mehr als einem Bildsensorsystem mit wenigstens zwei Bildsensoren, die im wesentlichen dieselbe Szene aufnehmen, eine Redundanzfunktion und/oder eine Plausibilitätsfunktion. Unter der Redundanzfunktion versteht man die Mittelwertbildung wenigstens eines Messwertes, insbesondere wenigstens eines Rotationsvektors und/oder wenigstens eines Bewegungsvektors. Dabei wird der Messwert durch wenigstens zwei Bildsensorsysteme unabhängig voneinander bestimmt. Die Plausibilitätsfunktion gestattet die Überprüfung wenigstens eines Messwertes, insbesondere wenigstens eines Rotationsvektors und/oder wenigstens eines Bewegungsvektors. Dabei wird der ermittelte Messwert eines Bildsensorsystems mit einem zweiten ermittelten Messwert eines anderen Bildsensorsystems verglichen und auf Plausibilität überprüft. Dies führt in vorteilhafter Weise zu einer Erhöhung der Zuverlässigkeit des Verfahrens und der Vorrichtung.

15

Besonders vorteilhaft ist ein Computerprogramm mit Programmcode-Mitteln, um alle Schritte des nachfolgend beschriebenen Verfahrens durchzuführen, wenn das Programm auf einem Computer ausgeführt wird. Die Verwendung eines Computerprogramms ermöglicht die schnelle und kostengünstige Anpassung des Verfahrens, beispielsweise durch Anpassung von Parametern an den jeweiligen Fahrzeugtyp und/oder Komponenten der Fahrdynamikregelung. Daneben wird die Wartung in vorteilhafter Weise verbessert, da die einzelnen Verfahrensschritte nicht in Hardware, sondern in Software realisiert sind.

20

Vorteilhaft ist eine Sensoreinheit mit wenigstens einem Bildsensorsystem, wobei Mittel zur Bestimmung wenigstens eines Rotationsvektors und/oder wenigstens Bewegungsvektors vorgesehen sind. Neben der Verwendung der Sensoreinheit in Fahrdynamikregelungen kann die Sensoreinheit in vorteilhafter Weise außerhalb der Kraftfahrzeugtechnik eingesetzt werden. Der Einsatzbereich der Sensoreinheit erstreckt sich dabei auf Anwendungsbereiche, wo wenigstens ein Rotationsvektor und/oder wenigstens ein Bewegungsvektor eines bewegten und/oder beschleunigten Objektes benötigt wird. Durch Anbringen der Sensoreinheit an dem Objekt werden die benötigten Vektoren aus den Bildinformationen der Umgebung gewonnen. Damit ist diese Sensoreinheit bei entsprechendem Einbau in ein Kraftfahrzeug in vorteilhafter Weise zur Bestimmung der Giergeschwindigkeit und/oder des Gierwinkels und/oder der Querbeschleunigung des Kraftfahrzeuges geeignet. Diese Sensoreinheit kann damit als Sensor

30

des nachfolgend beschriebenen Verfahrens und der nachfolgend beschriebenen Vorrichtung zur Fahrdynamikregelung eingesetzt werden.

5 Weitere Vorteile ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen mit Bezug auf die Figuren und aus den abhängigen Patentansprüchen.

Zeichnung

10 Die Erfindung wird nachstehend anhand der in der Zeichnung dargestellten Ausführungsformen näher erläutert.

Es zeigen:

15 Figur 1 ein Blockdiagramm der Fahrdynamikregelung in einem Kraftfahrzeug im bevorzugten Ausführungsbeispiel,

Figur 2 eine Übersichtszeichnung der Fahrdynamikregelung in einem Kraftfahrzeug im bevorzugten Ausführungsbeispiel,

20 Figur 3 eine Zeichnung der Anordnung der Komponenten der Fahrdynamikregelung in einem Kraftfahrzeug im bevorzugten Ausführungsbeispiel,

Figur 4 ein Kraftfahrzeug mit einer Stereokamera im bevorzugten Ausführungsbeispiel,

Figur 5 ein Ablaufdiagramm des Verfahrens zur Fahrdynamikregelung in einem Kraftfahrzeug im bevorzugten Ausführungsbeispiel,

25 Figur 6 eine Sensoreinheit.

Beschreibung von Ausführungsbeispielen

Figur 1 zeigt ein Blockdiagramm der Fahrdynamikregelung in einem Kraftfahrzeug 10 im bevorzugten Ausführungsbeispiel, bestehend aus Sensoren 12, Aktoren (Stellglieder) 14, dem Fahrerwunsch (Sollverhalten) 16, dem Fahrzeugverhalten (Istverhalten) 18, der Regelabweichung 20 und dem Fahrdynamikregler 22. Die Fahrdynamikregelung hat das Ziel, das Kraftfahrzeug 10 stabil und in der Spur zu halten. Durch Sensoren 12, die sich im Kraftfahrzeug 10 befinden, wird der Fahrerwunsch 16 ermittelt. Parallel wird durch Sensoren 12 das Fahrzeugverhalten 18 ermittelt. Aus dem Fahrerwunsch 16 und dem Fahrzeugverhalten 18 wird die Regelabweichung 20 berechnet. Die Regelabweichung 20

30 dient als Eingangsgröße für den Fahrdynamikregler 22. Der Fahrdynamikregler 22 steuert

35

die Aktoren (Stellglieder) 14 mit dem Ziel, die Regelabweichung 20 zu minimieren. Als Aktoren 14 werden insbesondere die Radbremsen und/oder der Motor des Kraftfahrzeugs 10 verwendet. Durch eine situationsabhängige Einstellung der Brems- und Antriebskräfte an den Rädern des Kraftfahrzeugs 10 ist das Kraftfahrzeug 10 individuell lenkbar und das gewünschte Fahrverhalten wird auch in kritischen Fahrsituationen erreicht. Die Fahrdynamikregelung vermindert damit die Gefahr einer Kollision, die Gefahr eines Überschlags und/oder die Gefahr, dass das Kraftfahrzeug 10 von der Fahrbahn abkommt.

Figur 2 zeigt eine Übersichtszeichnung der Fahrdynamikregelung in einem Kraftfahrzeug im bevorzugten Ausführungsbeispiel, bestehend aus Sensoren 12, einer Verarbeitungseinheit/Steuereinheit 34 und Aktoren 14. Als Sensoren 12 werden eine Stereokamera 50, ein Lenkradwinkelsensor 28, ein Vordrucksensor 30 und Drehzahlsensoren 32 verwendet. Im bevorzugten Ausführungsbeispiel wird die Stereokamera 50 zur Bestimmung der Giergeschwindigkeit, des Gierwinkels und der Querbeschleunigung verwendet. Unter der Giergeschwindigkeit des Kraftfahrzeugs versteht man die Rotationsgeschwindigkeit des Kraftfahrzeugs durch eine Drehbewegung des Kraftfahrzeugs um seine Hochachse, während die Querbeschleunigung eines Kraftfahrzeugs die Beschleunigung senkrecht zur Fahrtrichtung und parallel zur Fahrbahn beschreibt. Der Gierwinkel ist der Drehwinkel des Kraftfahrzeugs um seine Hochachse bezüglich einer zeitlich zurückliegenden Position des Kraftfahrzeugs. Der Gierwinkel wird im bevorzugten Ausführungsbeispiel aus der Giergeschwindigkeit als akkumulierter Gierwinkel bestimmt. Der Lenkradwinkelsensor 28 erfasst den Lenkradwinkel des Kraftfahrzeugs. Der Vordrucksensor 30 ist im Bremssystem angeordnet und dient zur Erkennung der Betätigung der Bremse durch den Fahrer. Vier Drehzahlsensoren 32 sind jeweils mit einem Rad des Kraftfahrzeugs verbunden und werden zur Bestimmung der Drehgeschwindigkeit der Räder des Kraftfahrzeugs verwendet. Die Verarbeitungseinheit/Steuereinheit 34 verarbeitet die Informationen der Sensoren 12. Sie weist eine interne Reglerhierarchie auf. Dabei unterscheidet man zwischen dem überlagerten Fahrdynamikregler 22 und den unterlagerten Reglern 36. Als unterlagerte Regler 36 unterscheidet man im bevorzugten Ausführungsbeispiel zwischen dem Bremsschlupfregler, dem Antriebsschlupfregler und dem Motorschleppmomentregler. Zur Bestimmung des Fahrerwunsches werden Signale der Lenkradwinkelsensoren 28 und der Vordrucksensoren 30 ausgewertet. Zusätzlich gehen in die Berechnung des Fahrerwunsches die Haftreibwerte und die Fahrzeuggeschwindigkeit ein. Diese zusätzlich

berechneten Parameter werden aus den Signalen der Drehzahlsensoren 32, der Stereokamera 50 und der Vordrucksensoren 30 geschätzt. Das Fahrzeugverhalten wird aus den Signalen der Stereokamera 50 und einem in der Verarbeitungseinheit/Steuereinheit 34 aus den Sensorsignalen geschätzten

5 Schwimmwinkel des Kraftfahrzeuges ermittelt. Der Fahrdynamikregler 22 regelt die beiden Zustandsgrößen Giergeschwindigkeit und Schwimmwinkel des Kraftfahrzeuges.

Als Aktoren 14 werden die Radbremsen 40 verwendet, die über das Hydroaggregat 38 angesteuert werden. Als weitere Aktoren 14 werden über das Steuergerät des Motormanagements 42 der Zündwinkel 44, die Kraftstoffeinspritzung 46 und die Drosselklappe 48 geregelt. Im bevorzugten Ausführungsbeispiel wird eine Stereokamera 50 verwendet, die aus zwei Bildsensoren besteht, die die selbe Szene abbilden, allerdings unter einem etwas unterschiedlichen Sichtwinkel. Als Bildsensoren werden CCD-Bildsensoren und/oder CMOS-Bildsensoren eingesetzt. Die Stereokamera 50 übermittelt Bildinformationen der Fahrzeugumgebung an die Verarbeitungseinheit/Steuereinheit 34.

10 Die Bildinformationen der Stereokamera 50 werden elektrisch und/oder optisch an die Verarbeitungseinheit/Steuereinheit 34 über eine Signalleitung übertragen. Alternativ oder zusätzlich ist eine Übertragung der Bildinformationen per Funk möglich. Die Stereokamera 50 hat im bevorzugten Ausführungsbeispiel eine Reichweite von ca. 4 Meter bis 40 Meter, einen vertikalen Öffnungswinkel von etwa 17 Grad und eine

15 Abtastrate von 10 Millisekunden. Die Verarbeitungseinheit/Steuereinheit 34 besteht aus mehreren in Figur 5 dargestellten Modulen, die im bevorzugten Ausführungsbeispiel als Programme wenigstens eines Mikroprozessors ausgestaltet sind. Durch die beschriebene Vorrichtung und das nachfolgend beschriebene Verfahren wird im bevorzugten Ausführungsbeispiel die Realisierung einer Fahrzeugstabilisierungszustandsensierung für die Verwendung zur Fahrdynamikregelung mit einer Stereokamera 50 ermöglicht.

20

25

30

35

Figur 3 zeigt eine Zeichnung der Anordnung der Komponenten der Fahrdynamikregelung in einem Kraftfahrzeug 10 im bevorzugten Ausführungsbeispiel. Die Sensoren 28, 30, 32, 48, 50, die Aktoren 38, 42 und die Verarbeitungseinheit/Steuereinheit 34 sind im bevorzugten Ausführungsbeispiel über einen CAN-Bus 54 verbunden. Bei dem CAN-Bus 54 handelt es sich um einen Kommunikationsdatenbus. Als Sensoren werden der Lenkradwinkelsensor 28, der Vordrucksensor 30, die vier Drehzahlsensoren 32 und die Stereokamera 50 verwendet. Als Aktoren sind das Steuergerät des Motormanagements 42 mit der Drosselklappe 48 und das Hydroaggregat 38 eingezeichnet. Das Hydroaggregat 38 ist über Hydraulikleitungen 56 mit vier Radbremsen 40, und dem Bremskraftverstärker mit Hauptzylinder 52 verbunden.

Figur 4 zeigt ein Kraftfahrzeug 10 mit einer Stereokamera 50 im bevorzugten Ausführungsbeispiel in einem ersten Betrachtungszeitpunkt 90 und einem zweiten Betrachtungszeitpunkt 92. Die Stereokamera 50 ist im Kraftfahrzeug 10 im Bereich des inneren Rückspiegels hinter der Windschutzscheibe angebracht. Die Blickrichtung der Stereokamera 50 ist in Fahrtrichtung 58 des Kraftfahrzeuges 10. Die Stereokamera 50 ermittelt dabei Bildinformationen der Kraftfahrzeugumgebung. In der Kraftfahrzeugumgebung ist ein erster ortsfester Bildpunkt 60 und ein zweiter ortsfester Bildpunkt 62 eingezeichnet. Ortsfeste Bildpunkte sind beispielsweise Fahrbahnmarkierungen und/oder Verkehrszeichen und/oder Pfähle und/oder Bäume und/oder Randpfosten und/oder Häuser. In beiden Betrachtungszeitpunkten 90, 92 sind die Vektoren V jeweils von der Bildsensorobjektivmitte der beiden Bildsensoren der Stereokamera 50 zu den beiden ortsfesten Bildpunkten 60, 62 eingezeichnet. Der erste Index des Vektors V bezeichnet dabei die Bildsensoren, während der zweite Index die Bildpunkte 60, 62 angibt. Der dritte Index gibt den Zeitpunkt des Vektors an. Damit bezeichnet beispielsweise V_{212} den Vektor V vom zweiten Bildsensor zum ersten ortsfesten Bildpunkt 60 zum zweiten Betrachtungszeitpunkt 92. Eingezeichnet sind die Vektoren $V_{111}, V_{121}, V_{112}, V_{122}, V_{211}, V_{221}, V_{212}$ und V_{222} . Die X-Komponenten der Vektoren ändern sich bei einer Gierbewegung 94 des Kraftfahrzeugs 10 von einem ersten Betrachtungszeitpunkt 90 zu einem zweiten Betrachtungszeitpunkt 92. Hierbei geht man von zwei fahrzeugfesten kartesischen Koordinatensystemen aus. Die Nullpunkte der Koordinatensysteme liegen im bevorzugten Ausführungsbeispiel jeweils in Bildsensorobjektivmitte. Die Verarbeitungseinheit/Steuereinheit berechnet für die Fahrstabilitätserkennung synchron aus den Bildinformationen der beiden Bildsensoren der Stereokamera 50 die Vektoren zu einer Vielzahl von Bildpunkten 60, 62 und/oder einem Cluster von Pixeln. Dabei wird die vektorielle Veränderung zwischen den Einzelbildern betrachtet. Als Cluster von Pixeln werden beispielsweise hundert Pixel verwendet. Die Verwendung einer größeren und/oder kleineren Anzahl ist alternativ möglich. Ändern sich die X-Komponenten der Vektoren der beiden Bildsensoren 60, 62 der Stereokamera 50 von einem Abtastvorgang zum nächsten, also von einem ersten Betrachtungszeitpunkt 90 zu einem zweiten Betrachtungszeitpunkt 92, für gleiche Abscanpunkte zu stark, liegt ein instabiler Fahrzustand vor. Die Verarbeitungseinheit/Steuereinheit leitet die Rotationsinformation um die Z-Achse und/oder die Querbeschleunigung des Kraftfahrzeugs aus den Einzelbildervektoren ab und berechnet daraus die Giergeschwindigkeit und/oder den akkumulierten Gierwinkel und/oder die Querbeschleunigung.

Figur 5 zeigt ein Ablaufdiagramm des Verfahrens zur Fahrdynamikregelung in einem Kraftfahrzeug im bevorzugten Ausführungsbeispiel. Aus den Bildinformationen 68 der Stereokamera wird die Giergeschwindigkeit 80 und/oder der Gierwinkel 82 und/oder die Querbeschleunigung 84 bestimmt. Die Bildinformationen 68 werden dem Modul 70 zur Vorverarbeitung zugeleitet. Das Modul 70 wird insbesondere zur Verbesserung der Bildqualität und/oder zur Beseitigung von Störungen verwendet. In Modul 72 werden ortsfeste Bildpunkte bestimmt. Ortsfeste Bildpunkte sind beispielsweise Fahrbaumanmarkierungen und/oder Verkehrszeichen und/oder Pfähle und/oder Bäume und/oder Randpfosten und/oder Häuser. Eine Unterscheidung zu beweglichen Bildpunkten ist dadurch möglich, dass die Komponente der Abstandsänderung in Fahrzeulgängsrichtung zu diesen beweglichen Bildpunkten sich in erster Näherung mit anderer Geschwindigkeit als die Eigengeschwindigkeit des Kraftfahrzeugs ändert. Damit ist eine Unterscheidung zwischen beweglichen und ortsfesten Bildpunkten möglich. Bei Bewegungen von Bildpunkten senkrecht zur Fahrtrichtung des Kraftfahrzeuges, beispielsweise ein kreuzendes anderes Kraftfahrzeug, werden weitere Kriterien benötigt. Bei einem kreuzenden Kraftfahrzeug werden beispielsweise die Raddrehungen des kreuzenden Kraftfahrzeugs als Nicht-Berücksichtigungs-Kriterium verwendet und dadurch bewegliche Bildpunkte sicher erkannt. Als alternatives oder zusätzliches Kriterium ist ein ortsfester Bildpunkt jeder Bildpunkt, bei dem sich zwischen zwei Messzyklen die Bildkoordinaten des Bildpunktes nur so ändern, wie aufgrund der Fahrgeschwindigkeit und dem Kurvenradius des Kraftfahrzeugs abgeschätzt wird. Dabei können Messdaten weiterer Sensoren verwendet werden, wie Lenkwinkelsensoren oder Drehzahlsensoren. Die Bestimmung von ortsfesten Bildpunkten im Modul 72 basiert auf bekannten Methoden der Bildverarbeitung, insbesondere Bildsegmentierung, Merkmalsermittlung und Objekterkennung. Bei der Stereokamera lassen sich insbesondere durch das Verfahren der Triangulation die Bildkoordinaten bestimmen. Das Modul 74 dient zur Ermittlung von Bildkoordinaten der bestimmten ortsfesten Bildpunkte. Bei einem einzelnen Bildpunkt werden die Bildkoordinaten direkt bestimmt, während bei einem Cluster von Pixeln ein Schwerpunkt des Clusters ermittelt wird und daraus die Bildkoordinaten bestimmt werden. Ein ortsfester Bildpunkt ist demnach entweder durch einen einzelnen Punkt (Pixel) oder ein Cluster von Pixeln festgelegt. Die Bildkoordinaten der bestimmten ortsfesten Bildpunkte werden entweder im Modul 76 gespeichert und/oder zum Modul 78 zur Bestimmung der Ausgangswerte weitergeleitet. Aus den gespeicherten Bildkoordinaten in Modul 76 der vorhergehenden Bilder und den Bildkoordinaten des aktuellen Bildes werden in Modul 78 als Ausgangswerte die

Giergeschwindigkeit 80 und/oder der Gierwinkel 82 und/oder die Querbeschleunigung 84 bestimmt.

5 Figur 6 zeigt eine Sensoreinheit 64, bestehend aus einem Bildsensorsystem 50 und einem

Verarbeitungsmittel 66. Das Bildsensorsystem besteht aus zwei Bildsensoren, die im wesentlichen die selbe Szene aufnehmen. Alternativ ist die Verwendung einer

Stereokamera möglich. Als Bildsensoren sind beispielsweise CCD-Bildsensoren und/oder

CMOS-Bildsensoren einsetzbar. Über die Signalleitung 67 werden die Bildinformationen vom Bildsensorsystem 50 an das Verarbeitungsmittel 66 übertragen. Die Übertragung

erfolgt dabei elektrisch und/oder optisch. Alternativ oder zusätzlich ist eine Übertragung per Funk möglich. In diesem Ausführungsbeispiel werden entsprechend dem

beschriebenen Verfahren in Figur 5 die Gierbewegung 86 und/oder die Querbewegung 88

ermittelt und als Ausgangswerte Giergeschwindigkeit 80 und/oder Gierwinkel 82

und/oder Querbeschleunigung 84 der Sensoreinheit 64 zur Verfügung gestellt. Das

10 Verarbeitungsmittel 66 besteht aus mehreren in Figur 5 dargestellten Modulen, die in diesem Ausführungsbeispiel als Programme wenigstens eines Mikroprozessors

ausgestaltet sind. In diesem Ausführungsbeispiel bildet das Bildsensorsystem 50 und das

Verarbeitungsmittel 66 eine Einheit. Alternativ ist eine Trennung der Komponenten Bildsensorsystem 50 und Verarbeitungsmittel 66 möglich. In einer weiteren Ausführung

15 der Sensoreinheit 64 sind weitere Mittel zur Bestimmung wenigstens eines weiteren Rotationsvektors und/oder wenigstens eines weiteren Bewegungsvektors vorgesehen.

Durch die Verwendung weiterer Bildsensorsysteme wird in einer weiteren Variante eine Redundanz und/oder eine Plausibilitätsfunktion ermöglicht. Das Einsatzgebiet der

beschriebenen Sensoreinheit 64 ist nicht auf die Kraftfahrzeugtechnik beschränkt.

Vielmehr ermöglicht die Sensoreinheit 64 die Bestimmung wenigstens eines

Rotationsvektors und/oder die Bestimmung wenigstens eines Bewegungsvektors

allgemein bezüglich der Sensoreinheit.

20 Das beschriebene Verfahren und die Vorrichtung sind nicht auf eine einzelne

Stereokamera beschränkt, die in Fahrtrichtung des Kraftfahrzeuges ausgerichtet ist.

Vielmehr ist die Verwendung wenigstens eines Bildsensorsystems möglich, wobei

wenigstens zwei Bildsensoren vorgesehen sind, die im wesentlichen die selbe Szene

aufnehmen. Bei mehr als zwei Bildsensoren wird die Genauigkeit des Verfahrens erhöht.

Neben dem Einbau der Stereokamera und/oder des Bildsensorsystems mit wenigstens

25 zwei Bildsensoren in Fahrtrichtung des Kraftfahrzeuges sind alternative

Einbaumöglichkeiten denkbar. Beispielsweise ist der Einbau entgegen der Fahrtrichtung und/oder zur Seite möglich.

In einer weiteren Variante des beschriebenen Verfahrens, der Vorrichtung und der
5 Sensoreinheit werden neben den CCD-Bildsensoren und/oder den CMOS-Bildsensoren alternativ oder zusätzlich andere Bildsensoren verwendet, die Bildinformationen erzeugen, beispielsweise Zeilensensoren. Bildinformationen sind dabei Informationen die in elektromagnetischer Strahlung im Ultraviolettenstrahlungsbereich, im Infrarotenstrahlungsbereich und/oder im sichtbaren Strahlungsbereich des elektromagnetischen Strahlungsspektrums enthalten sind. Als Bildinformationen werden insbesondere die Intensität und/oder die Wellenlänge und/oder die Frequenz und/oder die Polarisation verwendet.

10 In einer Variante des beschriebenen Verfahrens und der Vorrichtung wird aus den erzeugten Bildinformationen wenigstens ein Rotationsvektor und/oder wenigstens ein Bewegungsvektor des Kraftfahrzeuges bestimmt. Ein Rotationsvektor ist ein Drehvektor des Kraftfahrzeuges um eine beliebige Achse, wobei vorzugsweise Rotationsvektoren in eine Hauptachse des Kraftfahrzeuges bestimmt werden. Die Hauptachsen des Kraftfahrzeuges sind die Hochachse, die Querachse und die Längsachse. Ein
15 Bewegungsvektor des Kraftfahrzeuges ist ein Vektor der Bewegung des Schwerpunktes des Kraftfahrzeuges in eine beliebige Richtung. Es werden vorzugsweise Bewegungsvektoren in eine Hauptachse des Kraftfahrzeuges bestimmt. Dabei wird die Gierbeschleunigung und/oder die Nickbeschleunigung und/oder die Wankbeschleunigung und/oder Giergeschwindigkeit und/oder die Nickgeschwindigkeit und/oder die Wankgeschwindigkeit und/oder der Gierwinkel und/oder der Nickwinkel und/oder der Wankwinkel und/oder die Querbeschleunigung und/oder die Längsbeschleunigung und/oder die Vertikalbeschleunigung und/oder die Quergeschwindigkeit und/oder die Längsgeschwindigkeit und/oder die Vertikalgeschwindigkeit und/oder den Querweg und/oder den Längsweg und/oder den Vertikalweg des Kraftfahrzeuges bestimmt. Der
20 Begriff „Nick“ bezeichnet einen Rotationsvektor um die Querachse des Kraftfahrzeuges, also senkrecht zur Hochachse und zur Längsachse. Beispielsweise ist die Nickbeschleunigung die Rotationsbeschleunigung des Kraftfahrzeuges in Richtung der Querachse des Kraftfahrzeuges. Dagegen bezeichnet der Begriff Wank einen Rotationsvektor um die Längsachse des Kraftfahrzeuges. Beispielsweise ist die Wankbeschleunigung die Rotationsbeschleunigung des Kraftfahrzeuges in Richtung der Längsachse des Kraftfahrzeuges. Weiter bezeichnet der Begriff „Vertikal“ einen
30
35

Bewegungsvektor in Richtung der Hochachse des Kraftfahrzeuges, während die Begriffe „Längs“ und „Quer“ einen Bewegungsvektor in Richtung der Längsachse und der Querachse beschreiben. In einer weiteren vorteilhaften Variante des beschriebenen Verfahrens und der Vorrichtung werden alle drei beschriebenen Bewegungsvektoren in den drei Hauptachsen des Kraftfahrzeuges mit den zugehörigen Rotationsvektoren um dieselben bestimmt. Dabei wird die Fahrzeuggbewegung dreidimensional erkannt und modelliert.

In einer weiteren Variante des beschriebenen Verfahrens und der Vorrichtung werden wenigstens zwei Bildsensorsysteme mit wenigstens zwei Bildsensoren verwendet, die im wesentlichen die selbe Szene aufnehmen, insbesondere wenigstens zwei Stereokameras. Dies ermöglicht eine Redundanzfunktion und/oder eine Plausibilitätsfunktion des vorstehend beschriebenen Verfahrens. Mittels der Redundanzfunktion wird wenigstens ein Rotationsvektor und/oder wenigstens ein Bewegungsvektor unabhängig von beiden Bildsensorsystemen bestimmt und durch Mittelwertbildung der Messwert ermittelt. Plausibilitätsfunktion ermöglicht die Überprüfung der Messwerte der beiden Bildsensorsysteme, indem die Messwerte verglichen werden.

In einer Variante des beschriebenen Verfahrens und der Vorrichtung werden als Sensoren neben dem wenigstens einen Bildsensorsystem wenigstens ein Giergeschwindigkeitssensor und/oder wenigstens ein Querbeschleunigungssensor zur Fahrdynamikregelung verwendet. In dieser vorteilhaften Variante wird das Bildsensorsystem zur Plausibilitätsprüfung eingesetzt. Die Messwerte des Giergeschwindigkeitssensors und/oder des Querbeschleunigungssensors werden mit dem von dem Bildsensorsystem bestimmten wenigstens einen Messwert verglichen. Alternativ oder zusätzlich wird das Bildsensorsystem zur redundanten Bestimmung von wenigstens einem Messwert eingesetzt. Dies geschieht durch Mittelwertbildung des wenigstens einen Messwertes des Bildsensorsystems mit wenigstens einem Messwert des Giergeschwindigkeitssensors und/oder wenigstens einem Messwert des Querbeschleunigungssensors. Giergeschwindigkeitssensoren sind Sensoren zur Messung der Giergeschwindigkeit eines Kraftfahrzeuges. Querbeschleunigungssensoren sind Trägheitssensoren zur Bestimmung der Querbeschleunigung eines Kraftfahrzeuges.

20.06.03 Fr/Kei

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

Fahrdynamikregelung mit Bildsensorsystem

1. Verfahren zur Fahrdynamikregelung in einem Kraftfahrzeug,
- wobei wenigstens ein Sensor wenigstens einen Messwert erfasst,
- wobei in Abhängigkeit von dem wenigstens einen Messwert wenigstens ein Aktor zur
Fahrdynamikregelung angesteuert wird,
dadurch gekennzeichnet, dass zur Fahrdynamikregelung wenigstens ein Bildsensorsystem
Bildinformationen von der Kraftfahrzeugumgebung erzeugt, wobei wenigstens zwei
Bildsensoren vorgesehen sind, die im wesentlichen dieselbe Szene aufnehmen, insbesondere
dass das Bildsensorsystem wenigstens eine Stereokamera ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass aus den erzeugten
Bildinformationen wenigstens ein Messwert bestimmt wird, wobei der Messwert zur
Fahrdynamikregelung verwendet wird.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass
- aus den erzeugten Bildinformationen wenigstens ein ortsfester Bildpunkt bestimmt wird,
- die Bildkoordinaten des wenigstens einen ortsfesten Bildpunktes in wenigstens zwei,
vorzugsweise aufeinanderfolgenden, Bildern einer Bildsequenz ermittelt werden,
- aus den ermittelten Bildkoordinaten der wenigstens eine Messwert bestimmt wird, wobei der
Messwert zur Fahrdynamikregelung verwendet wird.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass
aus den erzeugten Bildinformationen als Messwert wenigstens ein Rotationsvektor des
Kraftfahrzeuges und/oder wenigstens ein Bewegungsvektor des Kraftfahrzeuges bestimmt wird.

30

35

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass aus den erzeugten Bildinformationen als Messwert die Giergeschwindigkeit und/oder der Gierwinkel und/oder die Querbeschleunigung des Kraftfahrzeugs bestimmt wird.

5

6. Vorrichtung zur Fahrdynamikregelung in einem Kraftfahrzeug mit wenigstens einem Sensor zur Erfassung wenigstens eines Messwertes und wenigstens einem Aktor, der durch eine Verarbeitungseinheit/Steuereinheit in Abhängigkeit von dem wenigstens einen Messwert zur Fahrdynamikregelung angesteuert wird, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein Sensor als Bildsensorsystem konfiguriert ist, wobei wenigstens zwei Bildsensoren vorgesehen sind, die im wesentlichen dieselbe Szene aufnehmen, insbesondere dass das Bildsensorsystem wenigstens eine Stereokamera ist, wobei das Bildsensorsystem Bildinformationen von der Kraftfahrzeugumgebung erzeugt.

10

15

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Verarbeitungseinheit/Steuereinheit Mittel zur Bestimmung wenigstens eines Messwertes aus den erzeugten Bildinformationen aufweist, wobei der Messwert zur Fahrdynamikregelung verwendet wird.

20

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass

- die Verarbeitungseinheit/Steuereinheit Mittel zur Bestimmung von ortsfesten Bildpunkten aus den erzeugten Bildinformationen hat,
- die Verarbeitungseinheit/Steuereinheit Mittel zur Ermittlung der Bildkoordinaten des wenigstens einen ortsfesten Bildpunktes in wenigstens zwei, vorzugsweise aufeinanderfolgenden, Bildern einer Bildsequenz aufweist,
- in der Verarbeitungseinheit/Steuereinheit Mittel zur Bestimmung des Messwertes aus den ermittelten Bildkoordinaten vorgesehen sind, wobei der Messwert zur Fahrdynamikregelung verwendet wird.

25

30

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Verarbeitungseinheit/Steuereinheit Mittel zur Bestimmung wenigstens eines Rotationsvektors des Kraftfahrzeugs und/oder wenigstens eines Bewegungsvektors des Kraftfahrzeugs aus den erzeugten Bildinformationen aufweist.

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Verarbeitungseinheit/Steuereinheit Mittel zur Bestimmung der Giergeschwindigkeit und/oder des Gierwinkels und/oder der Querbeschleunigung des Kraftfahrzeuges aus den erzeugten Bildinformationen aufweist.

5

11. Verarbeitungseinheit/Steuereinheit zur Fahrdynamikregelung in einem Kraftfahrzeug,
- mit Mitteln zur Verarbeitung von wenigstens einem Messwert, der von wenigstens einem Sensor erfasst wird, wobei der Messwert zur Fahrdynamikregelung verwendet wird,
- mit Mitteln zur Steuerung wenigstens eines Aktors zur Fahrdynamikregelung,
dadurch gekennzeichnet, dass Mittel zur Verarbeitung von Bildinformationen wenigstens eines Bildsensorsystems vorgesehen sind, insbesondere wenigstens einer Stereokamera, wobei das Bildsensorsystem wenigstens zwei Bildsensoren umfasst, die im wesentlichen dieselbe Szene aufnehmen.

10



15

12. Verarbeitungseinheit/Steuereinheit nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Verarbeitungseinheit/Steuereinheit Mittel zur Bestimmung wenigstens eines Rotationsvektors des Kraftfahrzeuges, insbesondere der Giergeschwindigkeit und/oder des Gierwinkels, und/oder wenigstens eines Bewegungsvektors des Kraftfahrzeuges, insbesondere die Querbeschleunigung, aus den erzeugten Bildinformationen aufweist.

20

13. Computerprogramm mit Programmcode-Mitteln, um alle Schritte von jedem beliebigen der Ansprüche 1 bis 5 durchzuführen, wenn das Programm auf einem Computer ausgeführt wird.

25

14. Sensoreinheit mit wenigstens einem Bildsensorsystem, insbesondere wenigstens einer Stereokamera,
- wobei wenigstens zwei Bildsensoren vorgesehen sind, die im wesentlichen dieselbe Szene aufnehmen,
- wobei die Sensoreinheit Bildinformationen der Umgebung erzeugt,
dadurch gekennzeichnet, dass Mittel zur Bestimmung wenigstens eines Rotationsvektors und/oder wenigstens eines Bewegungsvektors vorgesehen sind.

30

20.06.03 Fr/Kei

5

ROBERT BOSCH GMBH, 70442 Stuttgart

10

Fahrdynamikregelung mit Bildsensorsystem

Zusammenfassung

15

Es wird ein Verfahren zur Fahrdynamikregelung in einem Kraftfahrzeug vorgeschlagen, wobei wenigstens ein Sensor wenigstens einen Messwert erfasst, wobei in Abhängigkeit von dem wenigstens einen Messwert wenigstens ein Aktor zur Fahrdynamikregelung angesteuert wird, wobei zur Fahrdynamikregelung wenigstens ein Bildsensorsystem Bildinformationen von der Kraftfahrzeugumgebung erzeugt, wobei wenigstens zwei Bildsensoren vorgesehen sind, die im wesentlichen dieselbe Szene aufnehmen.

20

(Figur 3)



Fig. 1

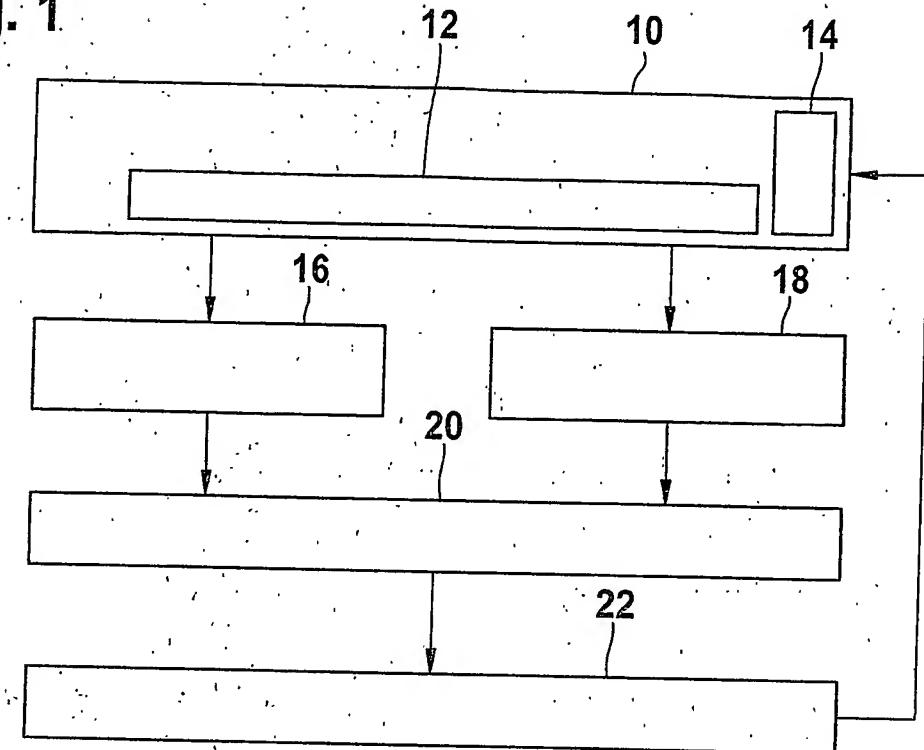
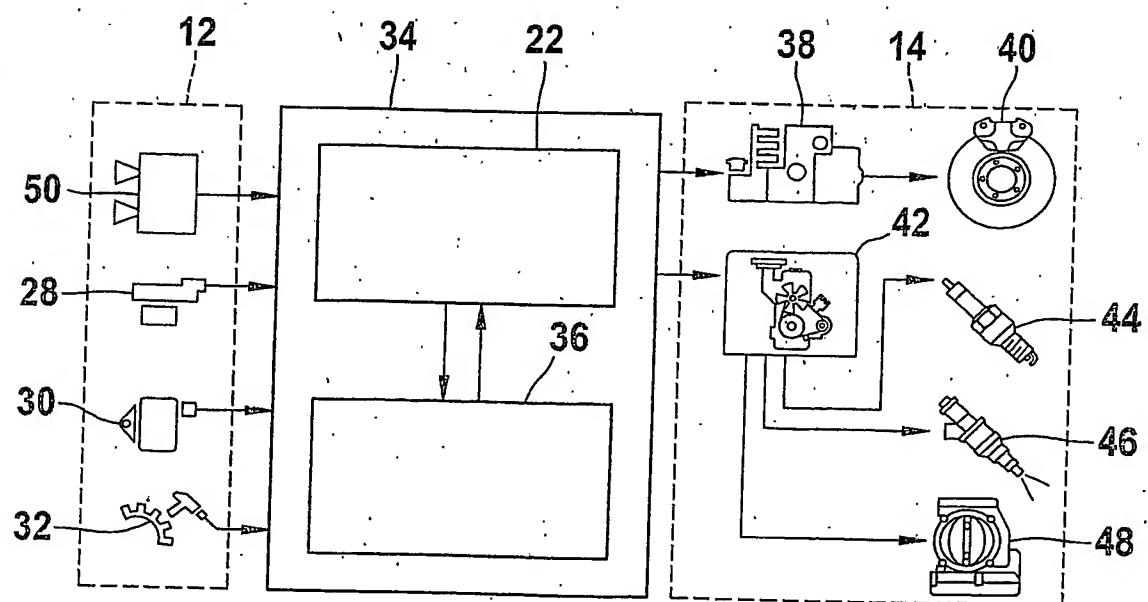


Fig. 2



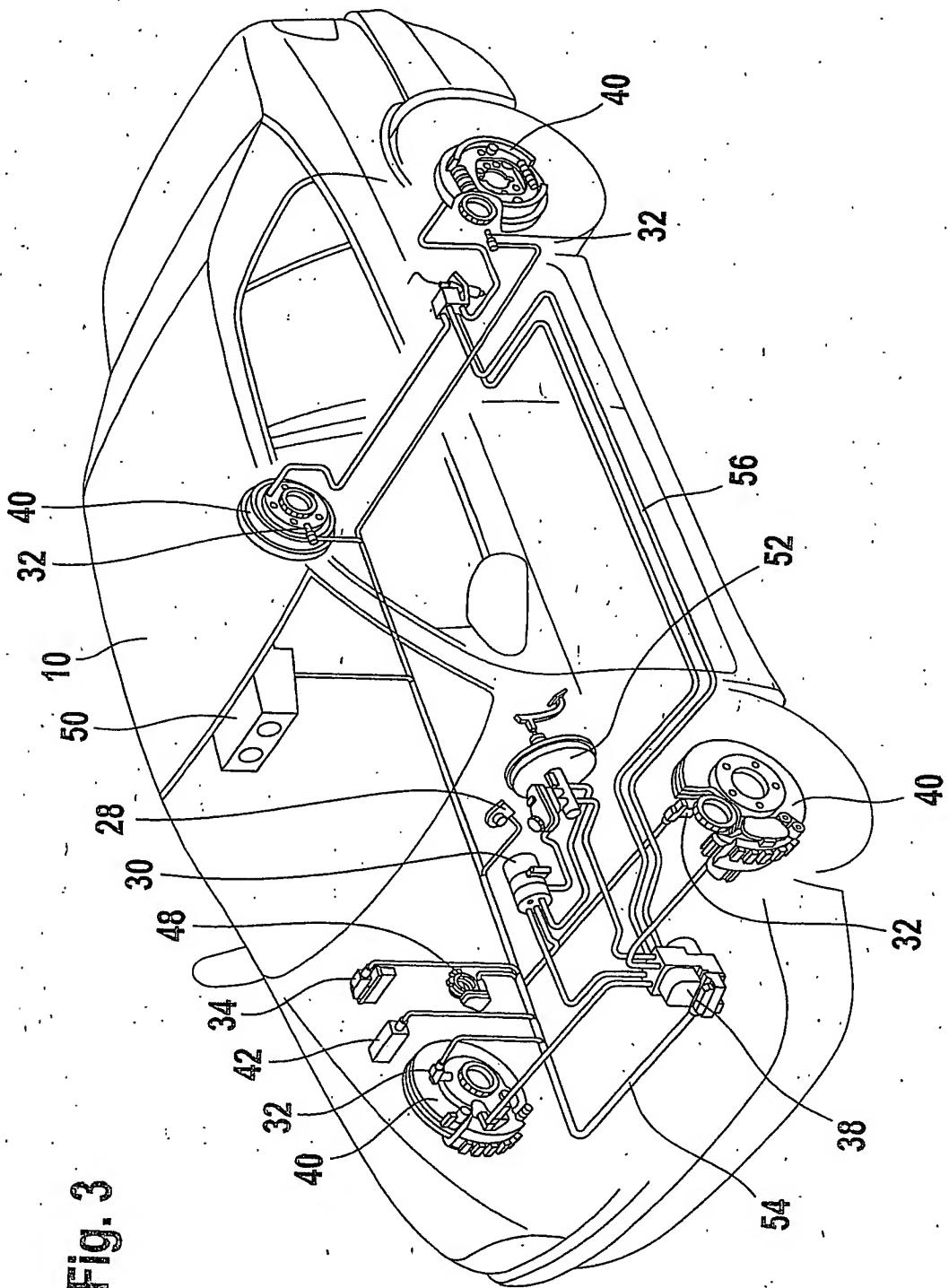
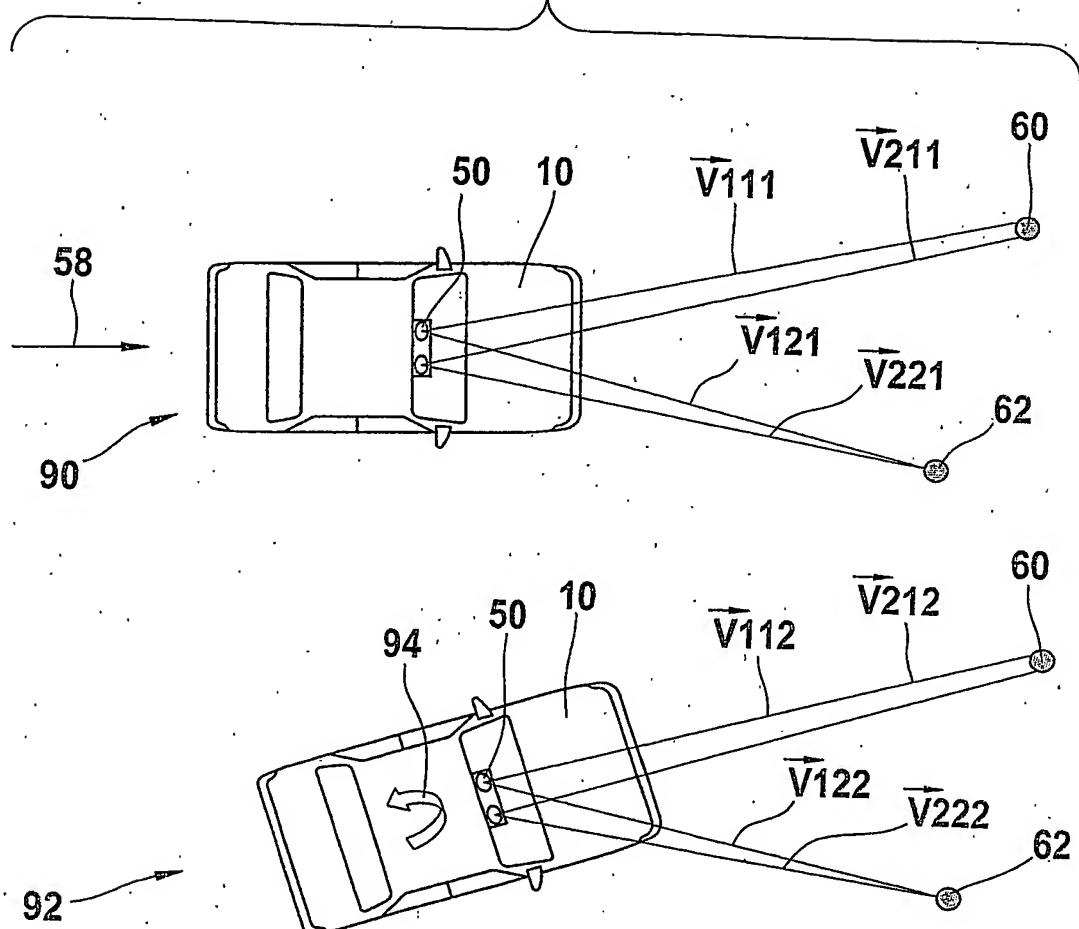


Fig. 3

Fig. 4



R. 304056

4 / 5

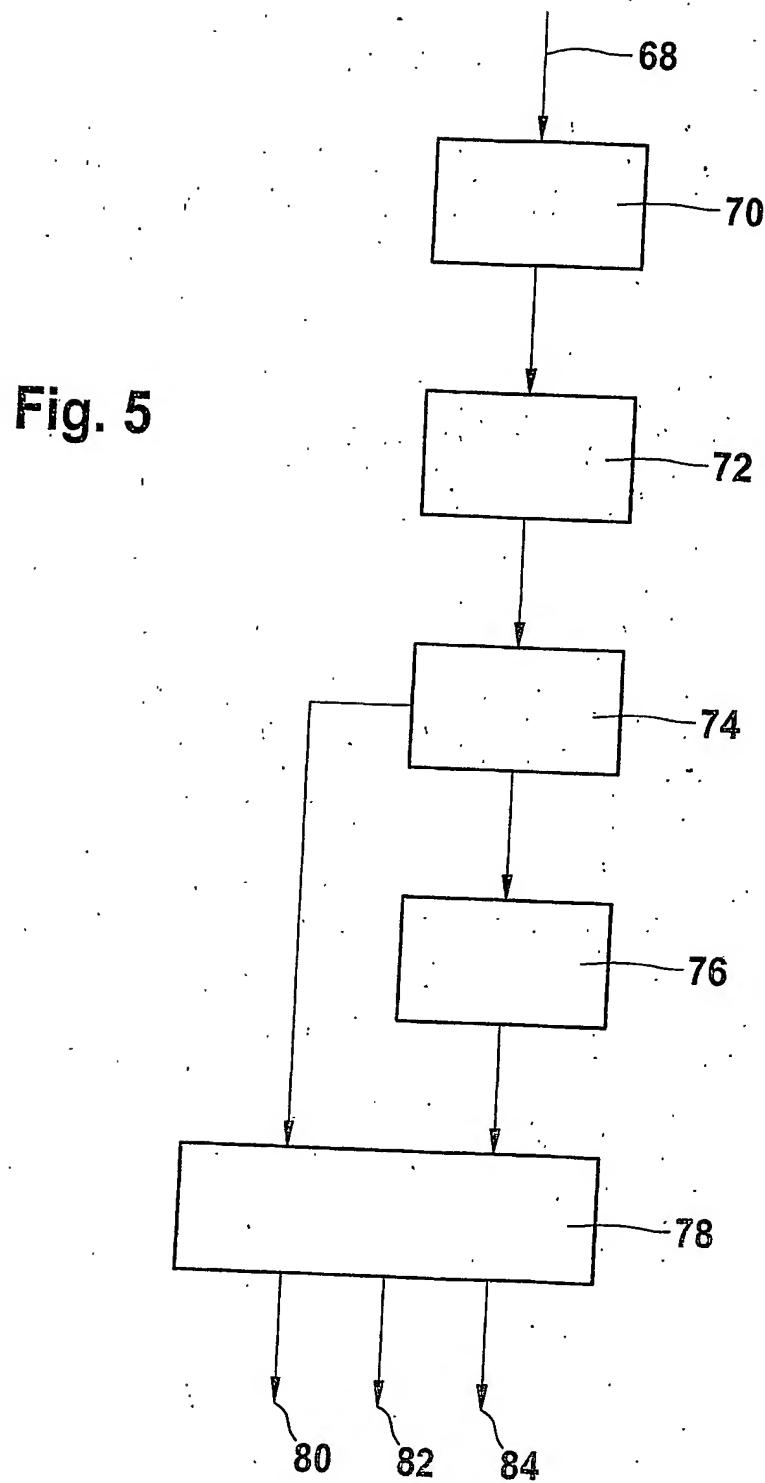


Fig. 5

Fig. 6

